

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-098525

(43)Date of publication of application : 14.04.1998

(51)Int.Cl.

H04M 3/00

G08F 17/50

H04L 12/00

H04M 7/00

(21)Application number : 09-077073

(71)Applicant : AT & T CORP

(22)Date of filing : 28.03.1997

(72)Inventor : ASH GERALD RICHARD

(30)Priority

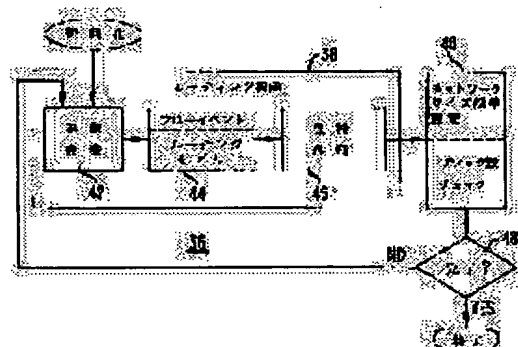
Priority number : 96 625052 Priority date : 29.03.1996 Priority country : US

(54) MODELING METHOD FOR NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a modeling technology of an electric communication network by which an electric communication network is easily designed.

SOLUTION: An electric communication network 10 is modelled by interlocking a routing function 38 and a network size adjustment function 40. The routing function 38 simulates a network in which a call event generated by an event generator 42 is sent dynamically. A performance evaluation section 46 in the routing function 38 evaluates the network performance and informs it to a size adjustment function 40 as to whether or not the performance is within a specified permissible range. When the performance is not within the specified permissible range, the size adjustment function 40 increases the size of the network to be simulated till the performance is set within the specified permissible range.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C), 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-98525

(43)公開日 平成10年(1998) 4月14日

(51)IntCl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 M 3/00

H 0 4 M 3/00

D

G 0 6 F 17/50

7/00

A

H 0 4 L 12/00

G 0 6 F 15/60

6 1 2 A

H 0 4 M 7/00

6 5 0 A

H 0 4 L 11/00

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平9-77073

(22)出願日

平成9年(1997) 3月28日

(31)優先権主張番号

0 8 / 6 2 5 0 5 2

(32)優先日

1996年3月29日

(33)優先権主張国

米国 (U S)

(71)出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク
ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72)発明者 ジェラルド アール. アッシュ

アメリカ合衆国 07764 ニュージャージー,
ウエスト ロング ブランチ, ピーチ
ウッド アヴェニュー 4

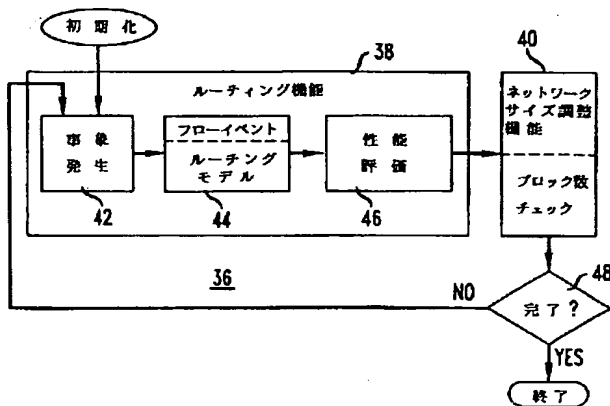
(74)代理人 弁理士 岡部 正夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 ネットワークのモデル化方法

(57)【要約】

【課題】本発明は電気通信ネットワークの設計を容易にする電気通信網のモデル化技術を提供することを目的とする。

【解決手段】 ルーティング機能38とネットワークサイズ調整機能40の連動によって電気通信網10をモデル化することを可能にする。ルーティング機能38は、事象発生器42により発せられた呼事象が動的に送られるネットワークをシミュレートする。ルーティング機能38内にある性能評価部46はネットワーク性能を評価し、性能が規定の許容範囲内であるかどうかをサイズ調整機能40に知られる。性能が規定許容範囲内ではなかった場合、サイズ調整機能40は、性能が規定許容範囲内となるまでシミュレートされたネットワークのサイズを増やす。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スイッチ間の呼事象を搬送するトランクグループを構成する電気通信網をモデル化する方法において、(a) 予測トラフィック負荷を基に、ネットワークに対する最初のトランク要求のセットを作り出す段階と、(b) 最初のトランク要求のセットに従い、ネットワークのトランクグループのセットを確立する段階と、

(c) 予測トラフィック負荷による一連の呼事象を発生させる段階と、(d) ネットワークを通し、呼事象を動的に送る段階と、(e) ネットワーク性能を評価する段階と、(f) ネットワーク性能が所望のレベルに達しているかどうかを判断する段階とを有し、万一、所望レベルに達していなかった場合、(i) 確立されたトランクグループのセットを増やすことによりネットワーク容量を増やし、(i i) ネットワーク性能が達成されるまで (a) - (f) の段階を繰り返すことを特徴とするネットワークのモデル化方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の方法において、ブロックされている呼事象数を数えることにより、ネットワーク性能を評価することを特徴とする方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の方法において、最初のトランク要求とトランク容量増加は、Kruitthof のプロジェクト方式によって確立された予測トランク要求のセットに従って判断されることを特徴とする方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象が、リアルタイムトラフィックデペンデントルーチングに従ってネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象が、リアルタイムイベントデペンデントルーチングに従ってネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の方法において、リアルタイムイベントに依存するルーチングはランダムルーチング学習を含むことを特徴とする方法。

【請求項 7】 請求項 5 に記載の方法において、リアルタイムイベントに依存するルーチングは動的代替ルーチングを含むことを特徴とする方法。

【請求項 8】 請求項 5 に記載の方法において、リアルタイムイベントに依存するルーチングは状態／時間に依存するルーチングを含むことを特徴とする方法。

【請求項 9】 請求項 5 に記載の方法において、リアルタイムイベントに依存するルーチングは事前計画動的ルーチングを含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 0】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は動的非階層ルーチングに従いネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 1】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象はリアルタイム状態に依存するルーチングに従いネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象はトランク状態マップルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は動的制御ルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象はリアルタイムネットワークルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

10 【請求項 1 5】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は統合サービスクラス動的ルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は N D S 0。フレキシブルネットワークルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は回路選択能力ルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

20 【請求項 1 8】 請求項 1 に記載の方法において、呼事象は混合動的ルーチングを用いてネットワークを通し動的に送られることを特徴とする方法。

【請求項 1 9】 スイッチ間の呼事象を搬送するトランクグループを構成する電気通信網をモデル化する方法において、(a) 予測トラフィック負荷を基に、ネットワークに対する最初のトランク要求のセットを作り出す段階と、(b) 最初のトランク要求のセットに従い、ネットワークのトランクグループのセットを確立する段階と、(c) 予測トラフィック負荷による一連の呼事象を発生させる段階と、(d) ネットワークを通し、呼事象を動的に送る段階と、(e) ネットワーク性能を評価する段階と、(f) ネットワーク性能が所望のレベルに達しているかどうかを判断する段階とを有し、万一、所望レベルに達していなかった場合、呼事象がネットワークを通して動的に経路選択される方法を修正し、ネットワーク性能が達成されるまで (a) - (f) の段階を繰り返すことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

40 【発明の背景】 本発明は電気通信ネットワークの設計を容易にする電気通信網のモデル化技術に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 今日では、2つの終端ポイント間（例えば二人の電話加入者間）の電気通信トラフィックは1つ以上のネットワークで搬送されている。各ネットワークは、少なくとも1つ、一般的には複数のトランクのグループを構成しており、各グループは、1つ以上の銅線、光ファイバ、または無線チャネルの形をとる。各トランクグループは、トラフィックを他のハブに接続する目的

で 1 個以上のスイッチが設けられたハブの間を行き来する。スイッチが個々のトランクを選択する工程（すなわち、一対の切換えられたコンダクタ、または、ファイバや無線チャネル上の多重信号内のタイムスロット）はルーティング（経路選択、Routing）として知られている。一般的に、各スイッチはルーティング表(Routing Table)を有しているか、またはアクセスして、所定トランクのトラフィックを送ることを可能にしている。このようなルーティング表は発信スイッチから着信スイッチに接続リクエストを送るための選択を記述し、その接続リクエストに諸サービスクラスによる特定の接続品質をもたらす。諸サービスクラスはネットワーク上で統合され、ネットワーク容量を分配する。諸サービスクラスは様々なリソース要求、トラフィック特性、および接続品質性能目的を有することが出来る。

【0003】一般的にこのようなルーティング表を作成する目的で利用される 3 つの体系がある。テーブルがトラフィックをルーティングすべく、例えば階層方式で固定される。テーブルが固定されると、所定のトランクグループ上の交換対 (Switched Pairs) または同等のものの中で帯域幅を配分する融通性はほとんどない。すでに固定された階層ルーティングの場合、交換対で帯域幅を分配するためには、ルーティング表を固定するよりは、むしろ予め計画立てられた基準（例えば 1 時間毎）か、リアルタイム基準のどちらかでテーブルを動的に変化させる。結局、ルーティング表は動的トラフィックと輸送ルーティングとの両方を達成する目的で変更される。動的トラフィックルーティングの場合、テーブルは予め計画立てられた基準かリアルタイム基準かのどちらかで調整され、動的輸送ルーティングを達成する。動的輸送ルーティング達成のため、ルーティング表は、効果的なトランク利用、自動輸送供給、多様なトランクグループルーティング、および、早急な回復等を実現する目的で帯域幅の配分調整がなされる。

【0004】負荷と損失における変化を含むあらゆる条件下で、サービス品質を含む様々な性能目的を最小の費用で確実に達成する上で、ルーティング表調整はネットワーク管理の重要な一面である。ネットワーク管理のもう一つの重要な面はネットワーク容量である。ルーティング体系に関わらず、ネットワーク容量が不十分だが達成が不可能ではない場合、規定の性能レベルをもたらすことが難しくなるため、十分なネットワーク容量を供給することは重要である。実際、ネットワーク容量の管理は、過去のネットワーク使用量の推定から打ち出される多数年予測によって、ある程度は成し得ることが出来る。一方、短期間間隔で容量を追加することは可能であるが、追加のネットワーク容量は、一般的に追加トランクグループの追加を行うために必要な長い先見時間(Lead Time)を予定した長期計画を基準として追加される。一般的に、追加トランクを加えることによりネットワー

クの容量を増やすとネットワークの性能は改善させる。しかし、利用されない分の容量を追加することは、全体の費用を増幅させることになるため望ましいことではない。

【0005】従来のネットワークのモデル化方法を用いて、使用しない分の容量を超過させずに規定の性能レベルを達成するようにネットワークを設計することはかなり複雑な作業である。過去に古典的リンクモデルをネットワーク設計に用い、トランクグループを適切にサイズ調整したことがあった。しかし、古典的リンクモデルは階層ルーティングを使用するネットワークの設計には便利だが、動的ルーティング方法を使用するネットワークの設計には役に立たない。この第一の理由は、動的にルーティングされたネットワーク内のトランクグループのトラフィックの流れは、時間、ネットワーク状態、および他の変数による関数が、階層ネットワークの場合よりも複雑であるということがある。第二に、古典的リンクモデルで使用されるリンクトラフィックは動的ルーティングネットワークのサイズ調整には適していないため、一般的に、古典的リンクモデルを使用すると動的ルーティングネットワークが正確なサイズにならないということがある。よって本発明は、上述の問題点に左右されず動的ルーティングをモデル化し、その設計を容易にする技術を提供することを目的とする。

【0006】

【発明の概要】本件発明に従って、異なる終端点の間で電気通信を搬送するトランクグループの動的ルーティングされたネットワークのモデル化する技術が提供され、そのようなネットワークの設計を容易にする。ネットワークをモデル化するために、所定のスイッチ組を相互接続するネットワーク内にあるトランクグループに対する要求の最初の一組は、予測されたトラフィック負荷に基づいて作り出される。そのようなトランクグループをまず物理的に供給するのではなく、一般的にシミュレーションの方法で、そのような要求の組からトランクグループの最初の一組を確立する。次に、予測トラフィック負荷に従って、一般的にシミュレーションにより一連の呼事象 (Call Event) が発生し、そのような呼事象から発生したトラフィックは、前もって選択された動的ルーティング技術に従って、初めに確立されたトランクグループ群を通し、シミュレーションの方法でルーティングされる。その後、完成されたトラフィック量からネットワークの性能が評価される。この評価は一般的に、所定時間内で各スイッチにおいて妨げられた(blocked)呼事象数をカウントすることによって行われる。すなわち、妨げられた呼事象数からネットワークの性能が評価される。評価されたネットワーク性能が許容範囲レベルであれば、最初に作り出されたトランク要求から物理的にネットワークが達成される（すなわち、最初のトランク要求のセットにより確立された方法でスイッチ間に物理的

トランクグループを供給することにより、ネットワークが確立される。)。もし性能目的が達せられなかった場合は、最初のトランクグループ要求のセットは調整(再サイズ調整)され、再びシミュレーションの方法で追加のトランクを加える。以上の工程は、トラフィックを搬送するトランクを追加したことによって規定の性能レベルが達せられたかどうかの判断を行うために繰り返行われる。所望の性能レベルが一旦達せられると、ネットワークは物理的に達成される。

【0007】

【発明の詳細な記述】図1は、終端ポイント12_i-12_jの中で電気通信トラフィック(例えば音声、データ、または広帯域伝送)を搬送する従来の電気通信網10を示している。各終端ポイントのその正確な種類はここでは重要ではない。例えば、終端ポイント12_iから12_jは個人の電話加入者が接続している個々のローカル局で、12_iおよび12_jはビジネス上の顧客がそこで着信する別々のPBXまたはPABX設備(図示せず)を備えた会社または団体であるかもしれない。または、1つまたはそれ以上の終端ポイントは広帯域信号(例えば、音声信号)が発着する設備であるかもしれない。

【0008】ネットワーク10は複数のスイッチ14_i-14_jを構成し、その各々は一般的にルーセントテクノロジー社のNo. 5ESSスイッチである。スイッチ14_i-14_jは交換対コンダクタ(swached pair of conductor)または同等のもので、各々が少なくとも1つのトランク接続を行ったトランクグループ16_i-16_jによりリンクされている。例えばトランクは、従来の多芯銅線内の対コンダクタであるよりも、光ファイバ、または無線チャネル上の多重信号内でタイムスロットを構成しているであろう。1個またはそれ以上のトランクグループ16_i-16_jは、スイッチ14_i-14_jのうち特定のある1個で発生し、かつ、1個かそれ以上の他のスイッチに着信するトラフィックを搬送する。そのようなトラフィックが発信、着信するスイッチ14_i-14_jは、それぞれ発信スイッチ、着信スイッチである。

【0009】図1におき、スイッチ14_i-14_jの各々はトランクグループ16_i-16_jのうちどれか1つを経由し他の各々にリンクする。ただし、実際はこの通りである必要はない。発信スイッチと着信スイッチ14_i-14_j間で可能な唯一の経路は、1個以上の中間(「経路」)スイッチを通して存在する場合もある。例えば、スイッチ14_i-14_jの発信および着信スイッチは、別々のローカル交換局(図示せず)内にあることも考えられ、それらの間の唯一の経路は、AT&Tのような長距離通信会社によって維持されている1個またはそれ以上の経由スイッチを通して存在するケースもある。図1の実施例においてさえも、2個のスイッチに接続しているトランクグループ16_jがトラフィックを処理するだけの十分な容量を損失したかまたは不足しているため、ト

ラフィックがスイッチ14_i-14_j間をダイレクトに通過することは不可能であろう。このような状況下では、トラフィックはスイッチ14_jのような少なくとも1個の経由スイッチを通して送られるであろう。

【0010】スイッチ14_i-14_jがトラフィックをトランクグループ16_i-16_jに送れるようにするため、各々のスイッチは、トランクグループの位置やそれらが接続されているスイッチの位置に関するネットワーク構成の情報を保存するルーティング表(すなわちデータベース)18を備えているかまたはこれにアクセスを行う。さらに、各々のスイッチは、各トランクグループのサイズ情報(すなわちトランク数、およびそれら個々の帯域幅)を保存するテーブル(すなわちデータベース)20を備えているかまたはこれにアクセスを行う。スイッチ14_i-14_jはテーブル18およびテーブル20の情報をまとめて使用し、トラフィックを搬送するトランクグループ16_i-16_j上の交換対(または同等のもの)間の接続を適切に行う。

【0011】図1のネットワーク10の部分を示した図2を参照することでルーティングのプロセスが容易に理解できる。ネットワーク10に連結しているのは、スイッチ14_i-14_jと連動してネットワーク10を制御する制御ネットワーク24である。制御ネットワーク24は、例えば、AT&T使用のCCS-7ネットワークのような共通チャネル信号ネットワークかまたは他のデータ通信ネットワークを経由し、スイッチ14_i-14_jと通信を行う。制御方法しだいで、スイッチ14_i-14_jのうちの発信スイッチか、制御ネットワーク24自身どちらかが、まず最初に、発信呼のサービスクラスについての判断を行う。トラフィックはテレビジョン信号のような音声、データ、または広帯域信号である。トラフィック型式を確認するのに加え、スイッチ14_i-14_jのうちの発信スイッチか制御ネットワーク24自身のどちらかが、ネットワーク10の構成、特に着信スイッチ各々の独自性(Identity)を確認する。一旦、サービスクラス、ネットワーク構成、および各着信スイッチの独自性が確立されると、スイッチ14_i-14_jのうちの発信スイッチ、または制御ネットワーク24が、発信スイッチと着信スイッチ間に所望のサービスクラスの供給が可能なネットワーク内のルーティングパターンを決定する。すなわち、スイッチ14_i-14_jのうちの発信スイッチ、または制御ネットワーク24が、発信スイッチと着信スイッチ14_i-14_j間のトラフィックを搬送するために十分な容量を有したトランクグループ16_i-16_jを選択する。結局、スイッチ14_i-14_jのうちの発信スイッチ、または制御ネットワーク24が、そのようなトラフィックを搬送するために選択されたトランクグループの中から1個以上の利用可能なトランクを動的に選択する。

【0012】図1に関し、ネットワーク10を通過する

10

20

30

40

50

トラフィックは一定していない。実際に、トラフィックは負荷が変わることにより通常変化する。この点に関し、実際のトラフィックは、トラフィックの平均（見込み）量を示す予測負荷と、見込みトラフィックの偏差を示す負荷の不確かさとの代数的組合わせで見るのが最良である。そのような負荷の不確かさは、一日のうちの異なる時間帯や、週の異なる曜日といったような異なる起呼パターンにより起こる。所定のサービスレベル（所定タイムフレーム内でスイッチ間で妨げられた起呼数によって評価される）を確実に達成するため、ルーティング情報とトランクテーブル 18 および 20 をそれぞれ規則的に更新することによってネットワークを常に管理することが望ましい。この目的から、制御ネットワーク 24 は一般的に性能管理部 26 を備えている。この性能管理部 26 は、例えば、出来るだけリアルタイムで必要に応じ各ルーティング表 18 を制御することでリアルタイムでネットワーク上のトラフィックを管理するコンピュータ（図示せず）にて動作するプログラムの形をとる。

【0013】性能管理マネジメント部 26 は、制御ライン 28 で示すように、規則的に各ルーティング表 18 を制御（調整）する上述の動的ルーティング技術を用いる。このような方法で性能部は、動的ルーティング決定を行う際、スイッチ 14₁ - 14_n のうちの発信イッチまたは制御ネットワーク 24 が使用するパラメータを更新する。性能管理部 26 は、リアルタイムで、たとえば 5 秒毎に、各ルーティング表 18 を更新し、更新ライン 30 で示すように、定期的に、例えば毎週、各ルーティング表を完全に更新する。

【0014】長期的基準でネットワーク 10 の容量を定期的に増やし（トランクグループ 16₁ - 16_n にさらにトランクを追加することにより）、将来的な要求に見合う容量を追加供給することが望ましい。この理由から、制御ネットワーク 24 は、トランクグループ 16₁ - 16_n の容量についてネットワークの全体設計を追跡(Tracking)するコンピュータにて動作する制御プログラムの形をとる容量管理部 32 を備えている。容量管理部 32 は、所定の間隔で、たとえば 6 ヶ月毎に、変化する容量についての情報を供給する。また、トランクサイズ表 20 は容量が追加された時に更新がなされる。一般的に、ネットワーク 10 の全体容量は何ヶ月にも渡って増やされるため、この容量追加の際、テーブル 20 の更新には十分余裕がある。

【0015】ネットワーク 10 の設計は複雑な作業である。ネットワーク 10 は所定のサービスレベルを提供しなくてはならない。この目的から、ネットワーク 10 は十分なトランク容量を有していなくてはならない。ネットワーク 10 の性能が確実に規定レベルを達成するための手法の一つに、いかなる状況下においても呼のほとんどが妨げられることのないような大容量の超過トランク容量でネットワーク設計を行うことがある。しかし、こ

のような追加のトランク容量はネットワーク全体の費用を増大させ、1 分単位の使用費用を押し上げる。このようにネットワーク 10 の設計においては、規定の性能レベルを達成することと全体コストを最小限に抑えることとの間でバランスが要求される。

【0016】過去に、設計者が古典的リンクモデルを使用し、ネットワーク 10 のような電気通信網を設計したことがあった。しかし、残念ながらそのようなモデルは動的にルーティングされたネットワークには役に立たない。図 3 は、本発明による、動的にルーティングされたネットワークを評価し、そのネットワーク設計を容易にするモデル 36 である（図示してはいないが、モデル 36 は図 1 の容量管理部 32 に組み込み可能であり、ネットワーク設計機能を有する。）。

【0017】ここではモデル 36 を構造面からではなく機能面より表している。この点に関し、モデル 36 はルーティング機能 38 とネットワークサイズ調整機能 40 とを備えている。ルーティング機能 38 とネットワークサイズ調整機能 40 はそれぞれ別々にプログラムされたデジタルコンピュータ、または各機能を遂行する個々のプログラムを走らせた単体のコンピュータにより実行される。または、ルーティングおよびサイズ調整機能 36 と 38 はそれぞれ別々の「ハードワイア(Hard-wired)」ロジックによる実行も可能である。

【0018】ルーティング機能 38 は、シミュレーションプログラムが、ハードワイヤ部の形をとる事象発生器(Event Generator) 42 を有しており、この事象発生器 42 は、呼事象の所定パターンをリアルタイムで発生させ、図 1 のネットワーク 10 のようなネットワークを通して流れるトラフィックの所定のレベルをシミュレートする。呼事象は、ある所定間隔内の、ある量の音声、データ、および広帯域信号伝送を含む場合もある。事象発生器 42 は一般的に、シミュレートされたネットワーク内で所定のトラフィック負荷マトリクスに従い呼事象を発生させるよう初期化がなされる。このトラフィック負荷マトリクスは様々な方法で作られる。

【0019】事象発生器 42 により発生せられた呼事象がルーティングモデル 44、一般的には、図 1 のネットワーク 10 のようなネットワークをシミュレートするコンピュータ（図示せず）にて動作するシミュレーションプログラムに適用される。最初にルーティングモデル 44 によりシミュレートされたネットワークは、事象発生器 42 を初期化する際に利用した負荷マトリクスに従って作られた最初のトランク要求のセットを有するネットワークと一致する。1979 年 2 月発行のベルシステムテクニカルジャーナル(Bell System Technical Journal)、第 58 巻、No. 2 の第 517 頁から第 538 頁に載録されている、R.S. Krupp による論文「Kruithof のプロジェクション方式の特性(Properties of Kruithof's Projection Method)」で述べられているように、Kruithof

のプロジェクト方式を用いて決定される最初のトランク要求のセットに従って、ルーティングモデル44はネットワークをシミュレートする。簡単に述べるとKruithofの技術は、トランク要求がマトリクス $p =$

$[p_{ij}]$ のエントリを代入することにより得られる状況において、発信スイッチ $i = 1, 2, \dots, N$ の数字から着信スイッチ $j = 1, 2, \dots, N$ の数字への次から次への繰返しの、スイッチからスイッチへのトランク要求 p_{ij} を表している。マトリクス $q = [q_{ij}]$ を仮定すると、前回の繰返しのスイッチからスイッチへのトランク要求が得られることは知られている。また、各スイッチ i における全トランク要求、および各スイッチ j における全トランク要求は以下の式で算出される。

$$b_i = a_i / \gamma$$

$$b_j = a_j / \gamma$$

a_i アーラン(Erlang)はスイッチ i における全トラフィックであり、 a_j アーランはスイッチ j における全トラフィックであり、かつ、 γ はトランク単位の容量を運ぶ平均アーランである。条件 P_{ij} は以下の式で求められる。

【0020】

【数1】

$$b_i = \sum_j p_{ij} \quad (1)$$

$$d_j = \sum_i p_{ij} \quad (2)$$

q から p を算出するKruithofの公式は以下である。

$$P_{ij} = q_{ij} - E_i F_j \quad (3)$$

項 E_i および F_j は発信および着信スイッチの係数であり、常に明確化されている。これらは同時に等式(1) - (3)を解くことで算出される。

【0021】一旦ネットワークがシミュレートされると、ルーティングモデル44は、既知の、または推奨された動的ルーティング技術のうちのいずれかを用いたシミュレーションネットワークを通し、事象発生器42により発せられた呼事象を送る。例えば、ルーティングモデル44は、トラフィック負荷予測に基づいて所定の間隔(例えば5分毎)で呼事象ルーティングが変更となるリアルタイムトラフィックに依存するルーティング(Real-Time Traffic Dependent Routing)技術を用いるかもしれない。もしくは、呼事象ジェネレータ42により発せられた呼事象は、AT&Tのネットワークで使用されているリアルタイムネットワークルーティング技術(RTNR)、ランダムルーティングによるルーティングモデル学習(LRR)、動的代替ルーティング(DAR)、および状態/時間に依存するルーティング(STR)等の技術を含む、リアルタイム事象に依存するルー

ティング(Real-Time Event Dependent Routing)を使用したシミュレーションネットワークを通してルーティングモデル44によって送られるかもしれない。

【0022】モデル36に適用した動的ルーティング方法のいくつかの例を以下に記載する。

【0023】動的非階層ルーティング(Dynamic Nonhierarchical Routing=DNHR)

DNHRに従ってルーティング表は事前計画時変方法で動的に変更される。DNHRのような事前計画(タイムセンシティブ)ダイナミックトラフィックルーティング(PPDTR)方法とともに、ルーティング表に含まれるルーティングパターンは1時間毎、または少なくとも一日のうちに数回変わり、トラフィック負荷の既知のシフトに応答する。これらのルーティングパターンは、おおよそ毎週、性能管理ルーティング制御機能内で、事前計画/事前プログラムされ、再設計される。

【0024】リアルタイムトラフィックに依存するルーティング(Real-Time Traffic Dependent Routing)

トラフィックに依存するリアルタイムダイナミックトラフィックルーティング(Traffic Dependent Real-Time Dynamic Traffic Routing=RTDTR)方法はトラフィック負荷予測に基づいて数分毎にルーティングパターンを変更する。トラフィックに依存するRTDTRの一例として、テスト適応ルーティングシステム(System to Test Adaptive Routing=STAR)がある。この方法はトラフィックデータに基づき5分毎に代替のルーティング経路を再計算する。トラフィックに依存するRTDTR方法はまた、学習モデルを通して出された呼完成統計に基づく場合もある。そのような学習方法のひとつにおいては、最初に選択された最も高い可能性を有した経路をはじめ、最も低い可能性の経路まで、候補の経路に送られた呼の完成率を観測し、その完成確率に応じて経路を選択することが必要とされる。

【0025】リアルタイムイベントに依存するルーティング(Real-Time Event Dependent Routing)

イベントに依存するRTDTR方法も、ランダムルーティング学習(Learning with Random Routing=LRR)、動的代替ルーティング(Dynamic Alternate Routing=DAR)、および状態/時間依存形ルーティング(State and Time Dependent Routing=STR)のような学習モデルを使用する。LRRはランダムルーティングに基づくルーティング更新による分散呼呼方式である。LRRは単純化された分散学習方法を用い、柔軟な適応性のあるルーティングを達成する。直接トランクグループは、利用可能であれば最初に使われ、所定の代替経路がそれが妨げられるまで使用される。この場合、次の呼オーバーフローのための代替ルーティングとして新しい代替経路が直接トランクグループよりランダムに選択される。DARおよびSTR学習アプローチにおいては、最後に試みられた経路(これも成功の)が妨げられるまで再度また試みられ

る。その時、別の経路がランダムに選択され、次のコールで試される。DARのSTR増強において、選択候補となる一式の経路はトラフィック負荷パターンの変化に従い、時間とともに変更される。

【0026】リアルタイム状態に依存するルーティング (Real-Time State Dependent Routing)

状態依存(RTDTTR)ルーティング方法は、(a)動的制御ルーティング(Dynamically controlled Routing=DCR)方法または、リアルタイムルーティング制御調整によりDNHRを増強するためのトランク状態マップルーティング(TrunkStatus Map Routing=TSMR)の場合のように数秒毎、または(b)RTNR方法のように各呼毎にルーティングパターンを変更する場合がある。DCRにおいては、各スイッチにおける候補の経路選択は10秒毎に再計算される。経路選択はネットワークにおける全トランクのビジー・アイドル状態に基づいて、中央ルーティングプロセッサ(図示せず)により行われ、10秒毎に中央プロセッサにレポートされる。TSMRは周期的なネットワーク状態に基づいて周期的更新を行う集中方式である。TSMRルーティングは動的ルーティングネットワークにおいて周期的なリアルタイムに近接するルーティング(Periodic Near Real-Time Routing)決定を行う。TSMRルーティング方法は、5秒毎にネットワークデータベースに送られたトランクグループ各々のアイドルトランク数に関する最新情報を有する必要がある。ルーティングパターンはトランク状態データの分析結果により決定される。TSMR動的ルーティング方法においては、最初の経路がビジーであった場合、その時点で一番アイドル状態の多い回路をベースに、第二経路が実行可能な経路のリストから選択される。統合サービス

【0027】混合動的ルーティング(Mixed Dynamic Routing=MXDR)

混合動的ルーティングネットワークにおいては動的ルーティングの多くの異なった方法が同時に用いられる。異なるスイッチにおいて発生した呼は、そのスイッチで実

行された特定の動的ルーティング方法を使用する。例えば、異なるスイッチ同士は、LRR、TSMR、およびRTNRの混合となるかもしれない。動的ルーティング方法の混合は、個々の動的ルーティング方法の性能と比較した場合、よりよい性能効率をあげることが研究により明らかである。

【0028】統合サービスクラス動的ルーティング(Integrated class-of-service Dynamic Routing=ICDR)

ICDRはサービスクラスによる、サービス固有の性能目的、ルーティングルール/制約、トラフィックデータ収集における個々の制御を可能にする。サービスクラスルーティングは、サービスクラスによる仮想ネットワークを明確にする。各仮想ネットワークは全ネットワーク帯域幅を充てられる。この帯域幅は他のサービスクラスと分配することが出来る。しかしネットワークの過剰負荷や応力の状況に対し保護される。ICDRは、異なるサービスクラスに対し異なる防御対象(Block object)や負荷レベルを満たすことが出来る。例えば、国内音声サービス、および国際音声サービスのよう

【0029】NDS0。フレキシブルデータネットワークルーティング(NDS0n-Flexible Data Network Routing)

NDS0。は所定のデータコールにおいてあらゆる「n」の選択を可能にするフレキシブルデータネットワーク能力である。ここでnは、1から24DS0のいずれかの数字、または64kbps回路である。NDS0はICDRに含まれることが可能な他のサービスクラスである。

【0030】回路選択能力ルーティング(Circuit Selection Capability Routing=CSCR)

回路選択能力ルーティングは、音声増強プロセッシング、光ファイバ伝送、無線伝送、および衛星伝送等のような、ネットワークにおける伝送特性のセットを呼に要求、選択、および/または回避させる。回路選択能力ルーティングは、呼により要求された特定の特性を有する特定の伝送/トランク回路に呼が送られるようにする。

【0031】ルーティングモデル44により利用された特定の動的ルーティング技術にかかわらず、ルーティングモデルは、ルーティングモデル44内で具体化された特定の動的ルーティング原理に従い、シミュレートされたネットワークのトランクグループにアクセスを試みる。さらにルーティングモデル44は、最大のトランク

使用効率をあげ、さらにコストを最小限に抑えることを試みた各々の動的ルーティング方式に従って、ネットワーク内のトランクグループの割当てを正確に得る。ルーティングモデル 44 がシミュレートされたネットワークを通し動的に呼を送っている時に、一般的にコンピュータプログラムの形をとる性能評価部 46 は、ルーティングモデルによりシミュレートされたネットワークの性能を評価する。性能評価部 46 は、ルーティングモデル 44 によりシミュレートされたネットワークが規定性能レベルを達成しているかどうかを判断する。実際に、性能評価部 46 は、シミュレートされたネットワーク内の諸スイッチで妨げられた起呼数を数えることにより、ルーティングモデル 44 によりシミュレートされたネットワークの性能を評価する。事象発生器 42 により発生された呼事象を処理する十分なトランク容量がスイッチ間に残っていない場合、呼事象のいくつかは妨げられることになる。すなわち、所定間隔で、異なるスイッチでブロックされる呼数がネットワークの性能評価に利用される。

【0032】性能評価部 46 により行われたネットワーク性能の評価はネットワークサイズ調整機能 40 へ出力される。サイズ調整機能 40 は、ネットワークのスイッチ間のトランク容量に関して、シミュレートされたネットワークが適切にサイズ調整されているかどうかを判断する。このようなトランク容量判断は妨げられた起呼数に基づいて行われる。妨げられたトラフィック アーランの合計はスイッチ 14、-14、の各々で見積もられ、各スイッチに対するトランク容量増加予測 ΔT は以下により計算される。

$$\Delta T = \Delta a / r \quad (4)$$

ここで、 r はトランク毎の容量を運ぶ平均アーランである。このように各概算の ΔT は、前述の Kruthof の計算方法に従って各トランクグループに配分される。ルーティング機能 44 によりシミュレートされたネットワーク内の各スイッチにおいて妨げられた呼数が、所望の性能レベルを明示した規定許容値内である場合、この時ネットワークは適切なサイズである。ネットワークサイズ調整機能 40 はこのような情報を判断ブロック 48 に送る。この情報に基づいて判断ブロック 48 は、実際のネットワークを実現するための指針としての役割りを目的に、シミュレートされたネットワークに対して何も行う必要がないことを判断する。

【0033】最初に作り出されたトランクグループ要求によっては、性能評価部 46 により評価された時に、シミュレートされたネットワークの性能がトランク容量が十分でないため所望の性能レベルに達しない場合がある。そのような状況では、ネットワークサイズ調整機能 40 は、シミュレートされたネットワークを変え、トラ

ンク容量、特に、最も高い呼防御レベルを示したスイッチ間のトランク容量を増やす。ネットワークサイズ調整機能 40 がシミュレートされたネットワークのサイズを変えると、サイズ調整機能は判断ブロック 48 にこの実行を知らせる。直ちに判断ブロック 48 は、ネットワークモデルが完成されていないことを判断する。

【0034】判断ブロック 48 がネットワークモデルが完成されていないことを判断すると、判断ブロックは事象発生器 42 を再トリガし、この時ネットワークサイズ調整機能 40 によりもたらされたトランク容量によって増強されたシミュレーションネットワークを通してルーティングする呼事象を発生させる。性能評価部 46 はこの時増強されたネットワークの性能を再度評価し、前回同様妨げられた呼数を性能評価部 46 に知らせる。性能評価部 46 により評価された性能レベルが所望の性能レベルに達しなかった場合、性能評価部 46 はもう一度シミュレートされたネットワークのサイズ調整を行う。ネットワークが再サイズ調整された場合、性能評価部 46 により評価される性能レベルが所望のレベルに達するまで、今述べた工程が繰返される。一旦、シミュレートされたネットワークがサイズ調整されて要求の性能レベルに達すると、シミュレートされたネットワークから実際のネットワークが容易に実現可能となる。

【0035】上述のネットワークモデルは、シミュレーションを通し非常に複雑なルーティングをとらえる能力があることから明確な効果をもたらす。実際に、このモデルは、未開発の将来的技術同様、現存する技術をも含めた全ての動的ルーティング技術に対し容易に適応することが出来る。上述のモデルは、ルーティング機能 38 を完成させるために利用されるロジック内の特定のルーティング方法の設計に適応出来る。ルーティング機能 38 は修正と改良がなされ、それにより候補のルーティングロジックの修正と可能な改良をモデル 36 で評価することが出来る。

【0036】前述の説明により、このようなネットワーク設計において容易に使用される動的にルーティングされたネットワーク 10 のモデルを公開することで、それが規定の性能レベルに達することを確実なものとする。

【0037】以上、本発明の実施の形態を詳細に説明したが、本発明の範囲を逸脱することなく他の方法でも具体化出来ることは当業者にとって明らかである。

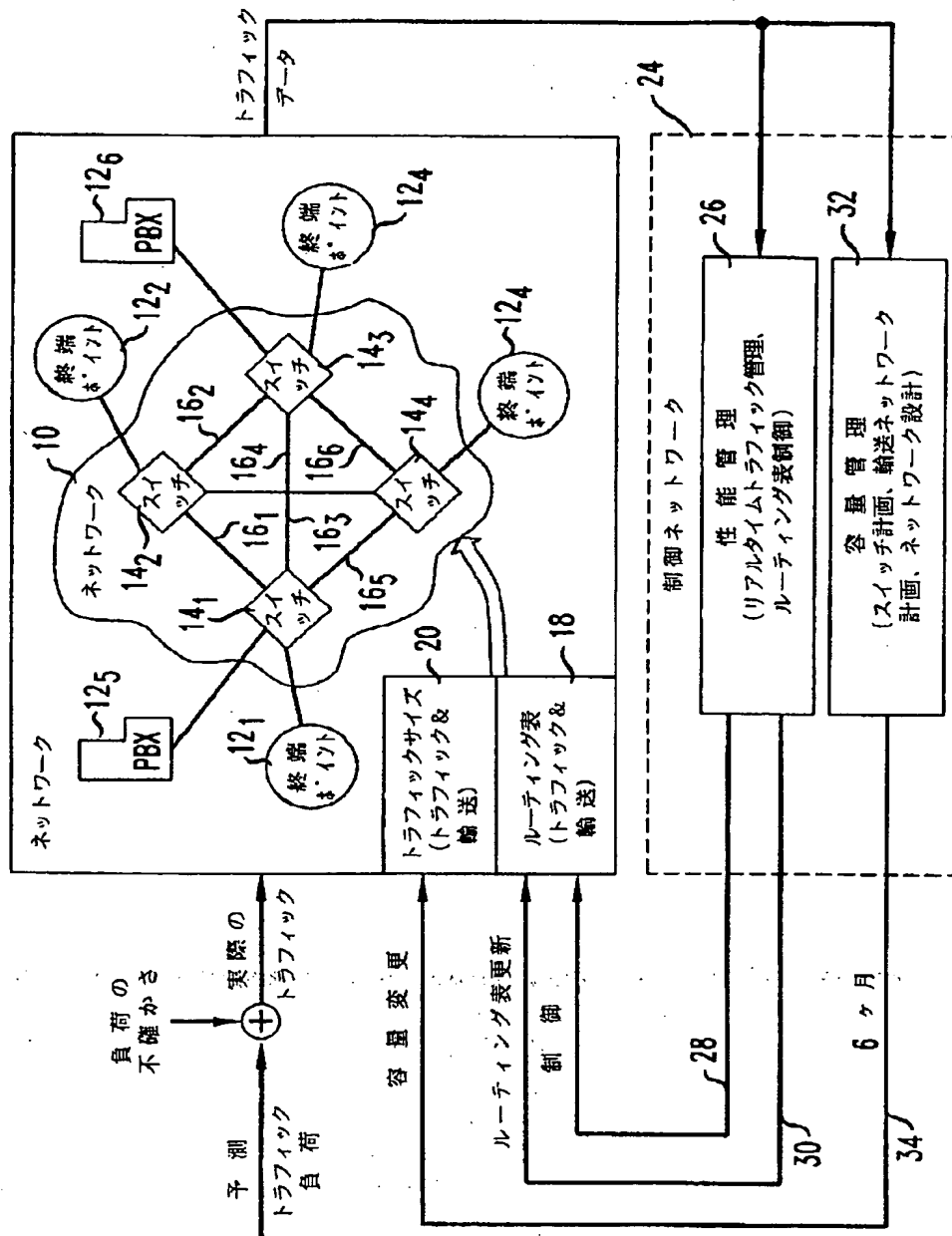
【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の電気通信網のブロック略図である。

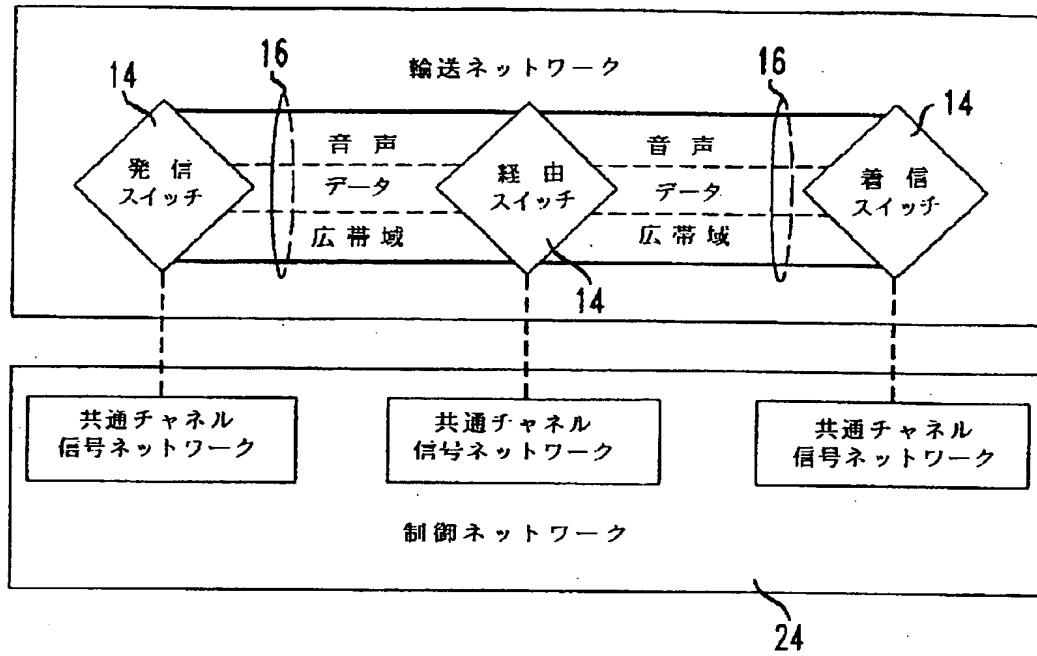
【図 2】コールが送られる方法を示した、図 1 のネットワーク部分のブロック略図である。

【図 3】本発明による、図 1 のタイプのネットワークをモデル化するモデルのブロック略図である。

【図1】



【図2】



【図3】

